

PROJECTION LENS

Pateht Number: JP8036131
Publication date: 1996-02-06
Inventor(s): SHIMODA YOSHIHISA; others: 01
Applicant(s): SEKINOSU KK
Requested Patent: ☐ JP8036131
Application Number: JP19940192258 19940725
Priority Number(s):
IPC Classification: G02B13/18; G02B13/16
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To provide a wide-angle, small-sized projection lens which consists of a small number of lens elements and has an extremely bright FNO, or 0.95 and small temperature deterioration.
CONSTITUTION: This lens system has four-group, four-element constitution, namely, consists of a 1st group lens L1 which has at least one aspherical surface and is made of glass or resin, a 2nd group lens L2 which has at least one aspherical surface and large positive power and is made of glass, a 3rd group lens L3 which has at least one aspherical surface and is made of glass or resin, and a 4th group lens L4 which has a large-curvature concave surface on the screen side and is made of glass or resin, and meets conditions of $1.25 \approx T1MAX/T1MIN \leq 2.0$, $0.85 \leq f2*f3/f \leq 1.05$, and $0.1 \leq d4/f \leq 0.3$, where T1MAX and T1MIN are the maximum and minimum values of the thickness of the 1st group lens, $f2*f3$ the composite focal length of the 2nd and 3rd group lenses, (f) the focal length of the whole system, and d4 the on-axis interval between the 2nd and 3rd group lenses.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-36131

(43) 公開日 平成8年(1996)2月6日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 13/18

13/16

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-192258

(22) 出願日 平成6年(1994)7月25日

(71) 出願人 000108074

セキノス株式会社

栃木県佐野市赤見町2009番地

(72) 発明者 稲田 芳久

栃木県佐野市赤見町2009番地 セキノス株式会社内

(72) 発明者 関根 熊二郎

栃木県佐野市赤見町2009番地 セキノス株式会社内

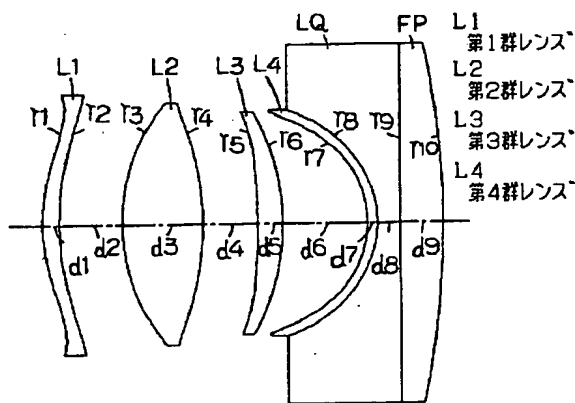
(74) 代理人 弁理士 斎藤 美晴

(54) 【発明の名称】 投影レンズ

(57) 【要約】

【目的】 広角かつ小型でレンズ枚数も少なく、FNO=0.95と非常に明るく、温度劣化が少ない投影レンズを得る。

【構成】 スクリーン側から順に、少なくとも1面が非球面のガラス又は樹脂の第1群レンズL1と、少なくとも1面が非球面のガラスの正のパワーが強い第2群レンズL2と、少なくとも1面が非球面のガラス又は樹脂の第3群レンズL3と、スクリーン側の面が強い凹面の非球面のガラス又は樹脂の第4群レンズL4とで構成される4群4枚構成のレンズ系で、 $1.25 \leq T1 \text{ MAX} / T1 \text{ MIN} \leq 2.0$ 、 $0.85 \leq f2 * f3 / f \leq 1.05$ 、 $0.1 \leq d4 / f \leq 0.3$ (T1 MAX・MIN; 第1群レンズの肉厚の最大値・最小値、f2 * f3; 第2、3群レンズの合成焦点距離、f; 全系の焦点距離、d4; 第2群と第3群レンズとの軸上間隔) を満たす。



【特許請求の範囲】

・【請求項1】 スクリーン側から順に、少なくとも1面が非球面であってガラスまたは樹脂からなる第1群レンズと、少なくとも1面が非球面であってガラスからなる正のパワーが強い第2群レンズと、少なくとも1面が非球面であってガラスまたは樹脂からなる第3群レンズと、スクリーン側に向いた面が強い凹面の非球面であってガラスまたは樹脂からなる第4群レンズとで構成される4群4枚構成のレンズ系であり、

$$1. \quad 2.5 \leq T1 \text{ MAX} / T1 \text{ MIN} \leq 2.0$$

$$0.85 \leq f2 * f3 / f \leq 1.05$$

$$0.1 \leq d4 / f \leq 0.3$$

但し、 $T1 \text{ MAX}$; 第1群レンズの肉厚の最大値

$T1 \text{ MIN}$; 第1群レンズの肉厚の最小値

$f2 * f3$; 第2群レンズと第3群レンズの合成焦点距離

f ; 全系の焦点距離

$d4$; 第2群レンズと第3群レンズとの軸上間隔

を満足することを特徴とする投影レンズ。

【請求項2】 スクリーン側から順に、少なくとも1面が非球面であってガラスまたは樹脂からなる第1群レンズと、少なくとも1面が非球面であって分散値の異なる2枚のレンズを貼り合わせたガラスからなる正のパワーが強い第2群レンズと、少なくとも1面が非球面であってガラスまたは樹脂からなる第3群レンズと、スクリーン側に向いた面が強い凹面の非球面であってガラスまたは樹脂からなる第4群レンズとで構成される4群5枚構成のレンズ系であり、

$$1. \quad 2.5 \leq T1 \text{ MAX} / T1 \text{ MIN} \leq 2.0$$

$$0.85 \leq f2 * f3 / f \leq 1.05$$

$$0.1 \leq d4 / f \leq 0.3$$

但し、 $T1 \text{ MAX}$; 第1群レンズの肉厚の最大値

$T1 \text{ MIN}$; 第1群レンズの肉厚の最小値

$f2 * f3$; 第2群レンズと第3群レンズの合成焦点距離

f ; 全系の焦点距離

$d4$; 第2群レンズと第3群レンズとの軸上間隔

を満足することを特徴とする投影レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、投影レンズに係り、特に光学的性能が良好であり、広角かつコンパクトで、しかも $FNO=0.95$ と非常に明るい、CRT画像を拡大するプロジェクタ装置用の投影レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、プロジェクタ装置は、テレビ放送の受像のみならず、VTRやLD等の電子映像機器のディスプレイとして、また文字や静止画像等を映すコンピュータ出力装置のディスプレイとして幅広く利用されている。また最近では、ハイビジョン映像のように高精

細な出力装置等としての需要も増大している。したがって、プロジェクタ装置に用いる投影レンズは、解像力等の性能のよいことが非常に重要であることはもちろんのこと、拡大倍率も大きいことから、 F 値を非常に小さくしなければならず、さらにはシステムのコンパクト化、低コスト化も重要であるので、投影レンズの広角化、レンズ枚数の削減といったことが課題とされている。

【0003】 従来、投影レンズとしては、例えば特開昭63-139312号公報に開示されている5群5枚構成のものや、特開昭55-124114号公報、特開昭60-208720号公報等に開示されている3群3枚構成のものがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、従来の投影レンズの中で上記課題をすべて同時に満足するものではなく、例えば特開昭63-139312号公報に記載されるような広角(画角 63°)で明るい($FNO=1.0$)レンズでは、5群5枚とレンズ枚数が多くなってしまふ。一方、特開昭55-124114号公報や特開昭60-208720号公報等に記載されるような3群3枚のレンズ系では、レンズ構成枚数は少ないものの、画角 54° 、 $FNO=1.1$ 程度と画角が狭く、また明るさも暗い。さらに、第2群レンズの非球面化によって収差補正は良好となるが、このレンズが樹脂レンズであると、温度変化による性能が著しく大きい。

【0005】 本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、光学的性能が良好であり、広角かつコンパクトでレンズ枚数も少なく、 $FNO=0.95$ と非常に明るく、さらには温度変化による性能劣化が少ない投影レンズを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、請求項1に係る発明は、投影レンズを、スクリーン側から順に、少なくとも1面が非球面であってガラスまたは樹脂からなる第1群レンズと、少なくとも1面が非球面であってガラスからなる正のパワーが強い第2群レンズと、少なくとも1面が非球面であってガラスまたは樹脂からなる第3群レンズと、スクリーン側に向いた面が強い凹面の非球面であってガラスまたは樹脂からなる第4群レンズとで構成される4群4枚構成のレンズ系であり、

$$1. \quad 2.5 \leq T1 \text{ MAX} / T1 \text{ MIN} \leq 2.0$$

$$0.85 \leq f2 * f3 / f \leq 1.05$$

$$0.1 \leq d4 / f \leq 0.3$$

但し、 $T1 \text{ MAX}$; 第1群レンズの肉厚の最大値

$T1 \text{ MIN}$; 第1群レンズの肉厚の最小値

$f2 * f3$; 第2群レンズと第3群レンズの合成焦点距離

f ; 全系の焦点距離

$d4$; 第2群レンズと第3群レンズとの軸上間隔

を満足するように構成した。

- ・【0007】また、請求項2に係る発明は、投影レンズを、スクリーン側から順に、少なくとも1面が非球面であってガラスまたは樹脂からなる第1群レンズと、少なくとも1面が非球面であって分散値の異なる2枚のレンズを貼り合わせたガラスからなる正のパワーが強い第2群レンズと、少なくとも1面が非球面であってガラスまたは樹脂からなる第3群レンズと、スクリーン側に向いた面が強い凹面の非球面であってガラスまたは樹脂からなる第4群レンズとで構成される4群5枚構成のレンズ系であり、

$$1. \quad 2.5 \leq T1 \text{ MAX} / T1 \text{ MIN} \leq 2.0$$

$$0.85 \leq f2 * f3 / f \leq 1.05$$

$$0.1 \leq d4 / f \leq 0.3$$

但し、 $T1 \text{ MAX}$; 第1群レンズの肉厚の最大値

$T1 \text{ MIN}$; 第1群レンズの肉厚の最小値

$f2 * f3$; 第2群レンズと第3群レンズの合成焦点距離

f ; 全系の焦点距離

$d4$; 第2群レンズと第3群レンズとの軸上間隔

を満足するように構成した。ここに、レンズの肉厚とは、レンズの片面を基準とし、他方の面へ通り抜ける最短距離をいう。

【0008】

【作用】以下、図1に示す本発明の投影レンズに基づき説明する。図1において、第1群レンズL1は、 $r1$ 面および $r2$ 面ともに非球面の樹脂レンズであり、 $1.25 \leq T1 \text{ MAX} / T1 \text{ MIN} \leq 2.0$ を満足するように構成されている。第2群レンズL2は、 $r3$ 面および $r4$ 面ともに非球面のガラスレンズであり、第3群レンズL3は、 $r5$ 面が非球面、 $r6$ 面が球面の樹脂レンズであって、 $0.85 \leq f2 * f3 / f \leq 1.05$ を満足するように構成されている。第4群レンズL4は、 $r7$ 面がスクリーン側に強い凹面を向けた非球面の樹脂レンズである。LQは第4群レンズL4とCRTフェイスプレートFP（ガラス基板）との間の液体であり、第4群レンズL4との組み合わせによる負レンズとしての効果とともに、CRTからの発熱を冷却させる効果も持っている。なお、第1群レンズL1、第3群レンズおよび第4群レンズはガラスレンズであってもよい。

【0009】光学的作用として、第1群レンズL1は少なくとも1面の非球面を持ち、特にレンズ周辺部に負のパワーを持つことにより、主に軸外光線の収差補正に寄与している。但し、 $T1 \text{ MAX} / T1 \text{ MIN} < 1.25$ になると、第1群レンズL1自身のパワーが弱くなり、画角の大きい光線のコマ収差が大きくなって補正困難となる。一方、 $2.0 < T1 \text{ MAX} / T1 \text{ MIN}$ になると、第1群レンズL1による球面収差が増大して補正困難となる

か、またはFNOが小さく明るいレンズを得ることが困難となる。

【0010】第2群レンズL2は全系の焦点距離のほとんどを負担しているガラスレンズであり、少なくとも1面の非球面を持つことにより、主に球面収差の補正に寄与している。ここで、この第2群レンズL2は、分散値の異なる2枚のガラスレンズを貼り合わせることで、色収差を補正してもよい。第3群レンズL3は、少なくとも1面の非球面を持つことにより、軸外光線の主に上線コマ収差補正に寄与している。

【0011】第2群レンズL2と第3群レンズL3の合成焦点距離が小さいとき、すなわち $f2 * f3 / f < 0.85$ になると、第2群レンズL2または第3群レンズL3のパワーが強くなり、球面収差やコマ収差が増大して補正困難となる。一方、 $1.05 < f2 * f3 / f$ になると、レンズ全長が長くなり、コンパクト化に反するだけでなく、第1群レンズL1のパワーが強くなって全体の収差補正が困難になる。第3群レンズL3が樹脂レンズの場合には、第2群レンズL2とのパワー配分を考慮し、温度変化による性能劣化を抑えるために、 $3.0 \leq f3 / f$ ($f3$ は第3群レンズL3の焦点距離)とすることが望ましい。

【0012】また、第2群レンズL2と第3群レンズL3との軸上間隔が狭くなると、すなわち $d4 / f < 0.1$ になると、特に画角の大きいコマ収差の補正が困難となる。一方、第2群レンズL2と第3群レンズL3との軸上間隔が広くなると、すなわち $0.3 < d4 / f$ になると、像面湾曲が補正不足になるとともに、球面収差補正も困難となる。

【0013】第4群レンズL4は、スクリーン側に強い凹面を向けた負レンズであり、広角レンズのため非球面化することによって、主に像面湾曲を補正し、コマ収差にも寄与している。

【0014】なお、近年ではガラス非球面加工技術の進歩が目覚ましく、非球面ガラスレンズの製造方法としては精密研削加工とポリシング、または電解研削、さらにガラスモールドによる成形などがあり、大口径な非球面レンズを高精度で生産できるようになっている。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例1～5を説明する。ここで、 r はレンズの各面の曲率半径、 d はレンズ厚またはレンズ間隔、 m は各レンズの材質である。

【0016】また、非球面形状は、光軸方向をX軸とした直交座標系において、頂点近軸曲率をC、円錐定数をK、非球面係数を A_i としたとき、数1および数2で表される回転対称非球面である。

【0017】

【数1】

$$X = \frac{C \rho^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1) C^2 \rho^2}} + \sum_{i=2}^5 A_{2i} \rho^{2i}$$

【0018】

【数2】

$$\rho = \sqrt{Y^2 + Z^2}$$

【0019】（実施例1）図1は本実施例の投影レンズを示すレンズ構成図で、図2（a）～（c）は本実施例の投影レンズの各収差図である。

* FNO=0.95 f=77.01mm 倍率=-0.1067

半画角:37.3° T1 MAX/T1 MIN=1.67

f2 * f3 / f=0.99 d4 / f=0.2

4
【0020】

	r	d	m
1	74.88	5.50	PMMA
2	122.26	20.41	
3	81.65	26.50	BK7
4	-105.34	17.57	
5	-321.88	8.20	PMMA
6	-91.15	27.64	
7	-41.61	3.20	PMMA
8	-41.77	7.50	LQ（液体）
9	∞	14.10	FP（CRTフェイスプレート）
10	-350.00		
*10			
	第1面	第2面	
K	0	K	0
A4	-0.4524E-06	A4	0.6806E-06
A6	-0.9261E-09	A6	-0.1140E-08
A8	0.1421E-12	A8	0.6440E-12
A10	-0.1600E-16	A10	-0.1421E-15
	第3面	第4面	
K	0	K	0
A4	-0.1681E-06	A4	0.1720E-06
A6	0.5412E-09	A6	-0.7996E-10
A8	-0.2591E-12	A8	0.9538E-13
A10	0.6281E-16	A10	-0.8577E-17
	第5面		
K	0		
A4	-0.7092E-06		
A6	0.1871E-09		
A8	-0.1767E-12		
A10	-0.1150E-16		
	第7面	第8面	
K	-0.1000E+01	K	-0.1500E+00
A4	-0.2712E-05	A4	0
A6	-0.2467E-08	A6	0
A8	0.2718E-11	A8	0
A10	-0.1191E-14	A10	0

【0021】（実施例2）図3は本実施例の投影レンズを示すレンズ構成図で、図4（a）～（c）は本実施例の投影レンズの各収差図である。

FNO=0.95 f=68.28mm 倍率=-0.1027

半画角:38.4° T1 MAX/T1 MIN=1.67
f2 * f3 / f=0.95 d4 / f=0.2

5
【0022】

	r	d	m
1	53.44	7.80	PMMA
2	92.24	16.29	
3	72.99	19.50	BK7
4	-136.50	16.73	
5	409.61	15.00	BK7
6	-82.06	18.91	
7	-28.85	4.00	F2
8	∞	5.00	LQ (液体)
9	∞	10.30	FP (CRTフェイスプレート)
10	∞		

第1面

K	0
A4	-0.1188E-05
A6	0.1015E-08
A8	-0.1973E-11
A10	0.4719E-15

第3面

K	0
A4	-0.2065E-06
A6	0.6068E-09
A8	-0.2807E-12
A10	0.7498E-16

第5面

K	0
A4	-0.2059E-05
A6	-0.1993E-08
A8	0.1526E-11
A10	-0.1985E-14

第7面

K	-0.1000E+01
A4	-0.8069E-06
A6	-0.3448E-08
A8	0.3685E-11
A10	-0.1550E-14

第2面

K	0
A4	0.5254E-06
A6	0.5384E-09
A8	-0.1084E-11
A10	0.3561E-15

第4面

K	0
A4	-0.4547E-06
A6	-0.1152E-10
A8	0.2899E-13
A10	0.1346E-16

第6面

K	0
A4	-0.7497E-06
A6	-0.2174E-08
A8	0.1129E-11
A10	-0.8179E-15

【0023】(実施例3) 図5は本実施例の投影レンズを示すレンズ構成図で、図6(a)～(c)は本実施例の投影レンズの各収差図である。

FNO=0.95 $f=70.60\text{mm}$ 倍率=-0.1021

* 半面角: 37.6° $T1\text{MAX}/T1\text{MIN}=1.65$
 $f2 * f3 / f = 0.96$ $d4 / f = 0.15$

【0024】

	r	d	m
1	60.15	7.00	PMMA
2	86.64	21.02	
3	71.08	25.00	BK7
4	-86.63	11.80	
5	-162.74	8.50	PMMA
6	-74.17	28.72	
7	-35.88	4.00	F2
8	∞	5.00	LQ (液体)
9	∞	10.30	FP (CRTフェイスプレート)

第1面

K 0
 A4 $-0.1431E-05$
 A6 $0.1243E-09$
 A8 $-0.6421E-12$
 A10 $0.9990E-16$

第5面

K 0
 A4 $-0.1848E-05$
 A6 $0.1059E-08$
 A8 $-0.1303E-11$
 A10 $0.9409E-15$

第7面

K $-0.1000E+01$
 A4 $-0.3501E-05$
 A6 $-0.6121E-10$
 A8 $0.7596E-12$
 A10 $-0.7391E-15$

第3面

K 0
 A4 $-0.3628E-06$
 A6 $0.3261E-09$
 A8 $-0.1991E-12$
 A10 $0.1727E-16$

第6面

K 0
 A4 $-0.9149E-06$
 A6 $0.1384E-08$
 A8 $-0.1659E-11$
 A10 $0.1094E-14$

【0025】(実施例4) 図7は本実施例の投影レンズ 20* 半画角: 38.0° $T1_{MAX}/T1_{MIN} = 1.51$
 を示すレンズ構成図で、図8(a)~(c)は本実施例
 の投影レンズの各収差図である。 $f2 * f3 / f = 0.99$ $d4 / f = 0.2$
 5

FNO=0.95 $f=75.05\text{mm}$ 倍率=-

0.1068

【0026】

	r	d	m
1	74.37	5.75	BK7
2	118.51	19.30	
3	80.51	26.20	BK7
4	-94.05	19.02	
5	-173.05	8.00	PMMA
6	-75.52	25.56	
7	-39.81	3.20	PMMA
8	-41.77	6.00	LQ(液体)
9	∞	14.10	FP(CRTフェイスプレート)
10	-350.00		

第1面

K 0
 A4 $-0.2644E-06$
 A6 $-0.2665E-08$
 A8 $0.1407E-11$
 A10 $-0.2975E-15$

第3面

K 0
 A4 $-0.2698E-06$
 A6 $0.4714E-09$
 A8 $-0.1916E-12$
 A10 $0.4076E-16$

第5面

K 0
 A4 $-0.1764E-05$

第2面

K 0
 A4 $0.7502E-06$
 A6 $-0.2892E-08$
 A8 $0.2059E-11$
 A10 $-0.4780E-15$

第4面

K 0
 A4 $0.1720E-06$
 A6 $-0.7996E-10$
 A8 $0.9538E-13$
 A10 $-0.8577E-17$

第6面

K 0
 A4 $-0.9633E-06$

11	
A6	0.1058E-08
A8	-0.1333E-11
A10	0.5543E-15
第7面	
K	-0.1000E+01
A4	-0.2847E-05
A6	-0.2305E-08
A8	0.2846E-11
A10	-0.1363E-14

12	
A6	0.1158E-08
A8	-0.1308E-11
A10	0.5616E-15
第8面	
K	-0.1500E+00
A4	0
A6	0
A8	0
A10	0

【0027】(実施例5) 図9は本実施例の投影レンズ10* 半画角: 31.7° T1 MAX/T1 MIN = 1.40
を示すレンズ構成図で、図10(a)~(c)は本実施
例の投影レンズの各収差図である。

FNO=0.95 f=85.41mm 倍率=-
0.1005

f2 * f3 / f = 0.89 d4 / f = 0.1
6
【0028】

	r	d	m
1	75.31	9.00	F2
2	73.79	31.69	
3-1	64.60	40.00	SK16
3-2	-85.36	5.00	SF6
4	-180.90	13.30	
5	593.70	7.60	PMMA
6	-193.40	34.86	
7	-45.33	5.00	LaF8
8	∞	5.00	LQ(液体)
9	∞	10.30	FP(CRTフェイスプレート)
10	∞		

第1面	
K	0
A4	-0.2015E-05
A6	-0.3024E-09
A8	0.1640E-12
A10	-0.1899E-16

第3面	
K	0
A4	-0.3756E-06
A6	-0.1717E-10
A8	0.1683E-13
A10	-0.6173E-17

第7面	
K	0
A4	-0.2632E-06
A6	-0.3147E-09
A8	0.1412E-12
A10	0.6034E-16

第2面	
K	0
A4	-0.2439E-05
A6	0.2534E-11
A8	0.1104E-12
A10	-0.1219E-16

第6面	
K	0
A4	-0.8300E-06
A6	-0.6482E-09
A8	0.2177E-12
A10	0.9938E-17

第8面	
K	0
A4	0.1762E-06
A6	-0.2061E-09
A8	0.3695E-12
A10	-0.5912E-16

【0029】

【発明の効果】 以上のように、本発明の投影レンズによれば、4群4枚または4群5枚構成でありながら、広角かつコンパクトでFNO=0.95と非常に明るく、しかも温度変化による性能劣化の少ない光学的性能の良好なプロジェクタ装置用の投影レンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1の投影レンズを示すレンズ構成図である。

【図2】 本発明の実施例1の投影レンズの光学性能を示す図で、(a)が球面収差図、(b)が非点収差図、(c)が歪曲収差図である。

【図3】本発明の実施例2の投影レンズを示すレンズ構成図である。

【図4】本発明の実施例2の投影レンズの光学性能を示す図で、(a)が球面収差図、(b)が非点収差図、(c)が歪曲収差図である。

【図5】本発明の実施例3の投影レンズを示すレンズ構成図である。

【図6】本発明の実施例3の投影レンズの光学性能を示す図で、(a)が球面収差図、(b)が非点収差図、(c)が歪曲収差図である。

【図7】本発明の実施例4の投影レンズを示すレンズ構成図である。

【図8】本発明の実施例4の投影レンズの光学性能を示す

*す図で、(a)が球面収差図、(b)が非点収差図、(c)が歪曲収差図である。

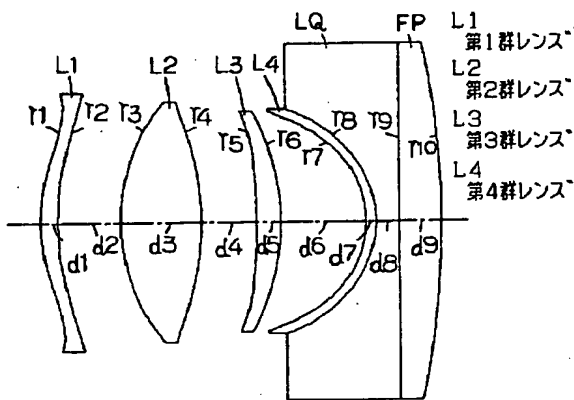
【図9】本発明の実施例5の投影レンズを示すレンズ構成図である。

【図10】本発明の実施例5の投影レンズの光学性能を示す図で、(a)が球面収差図、(b)が非点収差図、(c)が歪曲収差図である。

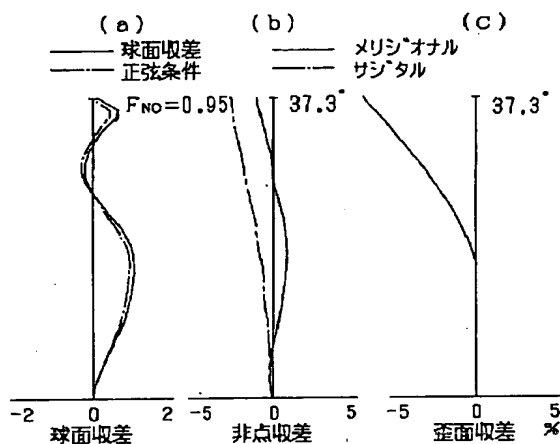
【符号の説明】

- L1 第1群レンズ
- L2 第2群レンズ
- L3 第3群レンズ
- L4 第4群レンズ

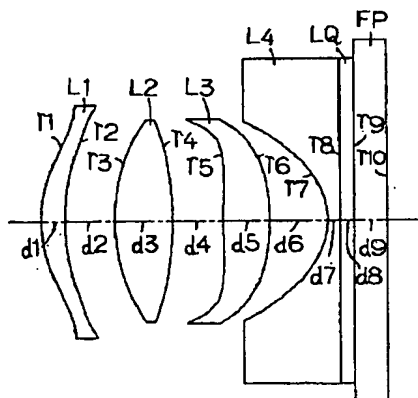
【図1】



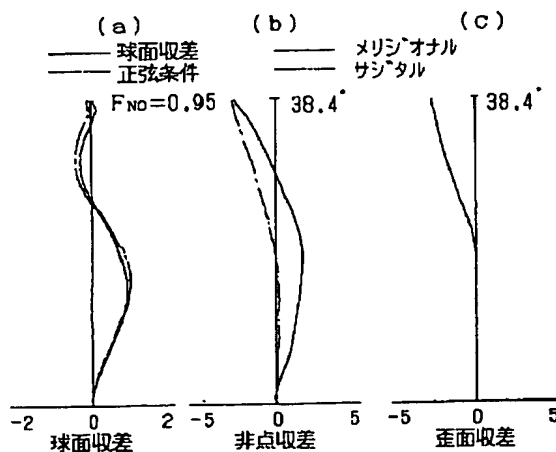
【図2】



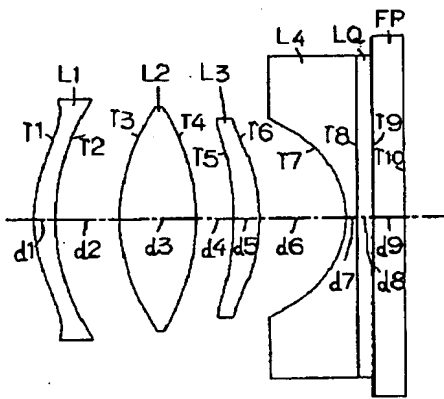
【図3】



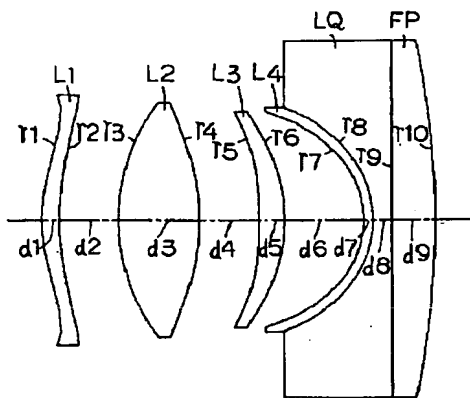
【図4】



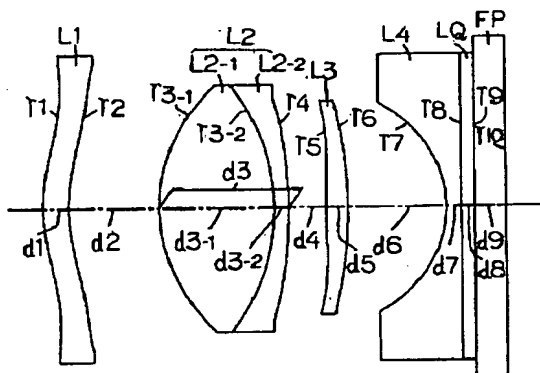
【図5】



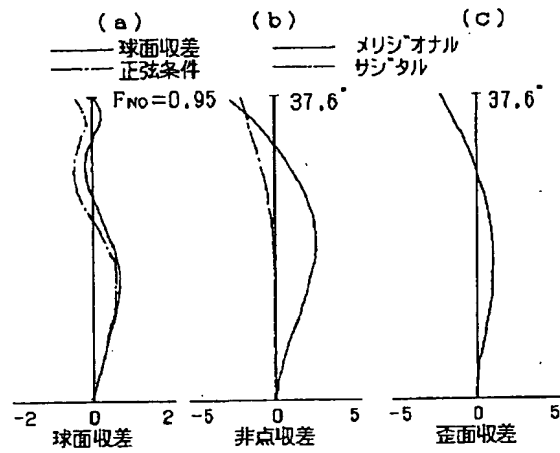
【図7】



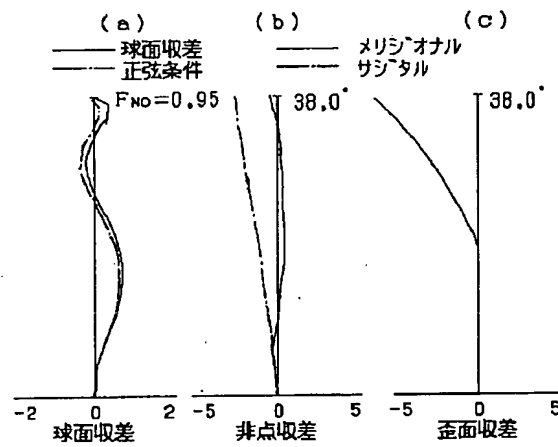
【図9】



【図6】



【図8】



【図10】

